16 STRON EKSTRA

CZARNOB KATASTROFIE

GENEZA ☢ PRZEBIEG ☢ SKUTKI ☢ PRZYSZŁOŚĆ

Komputer Świat

CZARNOBYL

35 LAT PO KATASTROFIE

- ☢ Dlaczego doszło do wybuchu reaktora
- ☢ Przebieg katastrofy i jej skutki dla świata
- ☢ Polskie plany atomowe: kiedy i gdzie

WARTO WIEDZIEĆ:

Jak działa **elektrownia jądrowa**

Czy elektrownie jądrowe **są bezpieczne**

Poznaj generacje i typy **reaktorów**

Fotorelacja: **Czarnobyl i okolice dziś**

JAK DZIAŁA REAKTOR I JAK WYTWARZA ENERGIĘ?

Lata pracy, testów i eksperymentów. Stworzenie reaktora jądrowego dla przeciętnego Kowalskiego może nie wydawać się szczególnie istotne, ale w rzeczywistości ***to jeden z ważniejszych naukowych przełomów ostatnich stuleci***

Przełomowych wynalazków w historii ludzkości nie brakowało. I choć ostatnie 100 lat to niewyobrażalne wręcz przyspieszenie w kwestii nowych technologii, niewiele jest równie kluczowych badań jak te, które dotyczą energii jądrowej. Istność prowadzonych w tym zakresie badań sprowadza się nie tylko do naszej teraźniejszości, ale także i tego, jak wyglądać będzie ludzka cywilizacja w kolejnych dekadach. Dziś wydaje się to oczywiste, ale do podobnych konkluzji doszliśmy już w połowie XX wieku. W pogoni za lepszą przyszłością zdarzały się straszne w skutkach „potknięcia" – takie jak katastrofa w Czarnobylu sprzed 35 lat czy ta w Fukushimie z 2011 roku. Ale mimo to gnamy dalej. Wydaje się, że na chwilę obecną lepszej alternatywy zwyczajnie na świecie nie ma. W czym tkwi „sekret"?

Na świecie funkcjonuje już kilkaset elektrowni jądrowych. Na ich budowę zdecydowało się póki co 30 krajów, a kolejne niebawem do nich dołączą

Elektrownia elektrowni nierówna

Każda elektrownia jądrowa jest elektrownią atomową… ale nie każda elektrownia atomowa jest elektrownią jądrową. Choć za chwilę skupimy się na szczegółach, różnice te sprowadzić można do dwóch prostych, aczkolwiek kluczowych zdań. Procesy wytwarzania energii w elektrowni atomowej bazują po prostu na atomach – spalaniu poddawane może tam być tak naprawdę dowolne „paliwo", z węglem, odpadami czy gazem brunatnym włącznie. W przypadku elektrowni jądrowej mamy do czynienia z energią uzyskiwaną z procesów zachodzących konkretnie w jądrze atomu. Podstawą jest tu uran lub pluton. Różnica teoretycznie „niewielka", ale zamienne używanie tych określeń, z którymi mamy do czynienia w przestrzeni publicznej – z formalnego punktu widzenia jest błędne. Na kolejnych stronach – zarówno w odniesieniu do Czarnobyla, jak i przyszłości energetycznej naszej planety – odnosić będziemy się więc głównie do elektrowni jądrowych.

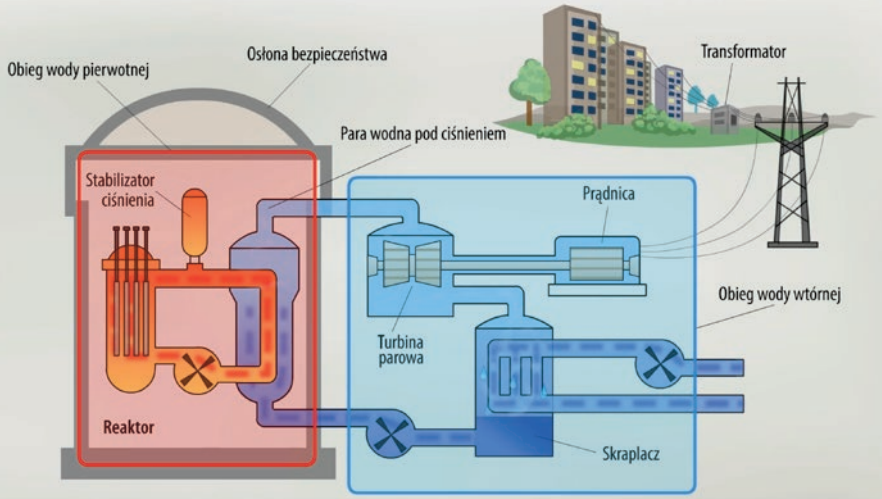
Proste jak budowa atomu

W jaki sposób działają? W największym możliwym uproszczeniu – podobnie jak w przypadku innych elektrowni siłą napędową jest tu podgrzewanie wody. Powstała w ten sposób para wodna wprawia z kolei w ruch turbiny połączone z generatorem wytwarzającym energię elektryczną. Przewaga elektrowni jądrowej nad innymi elektrowniami polega na tym, iż do wspomnianego podgrzania wody potrzebne jest mnóstwo energii – a tej z rozszczepienia jądra atomu (powstałego poprzez zderzanie cząstek subatomowych) generowanej jest znacznie więcej niż podczas innych procesów. Jak duża jest to różnica? Rozszczepienie pojedynczego jądra uranu generuje energię około 200 MeV (megaelektronowolt). Spalenie jednego atomu węgla zaś to energia rzędu „zaledwie" 4 eV (elektronowolt). Zgadza się, to

JAKĄ FORMĘ MA PALIWO NUKLEARNE

Uran i pluton „podaje się" do reaktora w formie pastylek (średnica – 1 cm, grubość – 1,5 cm) „zamkniętych" w obrębie specjalnych prętów paliwowych. Mają długość około 4 metrów i łączone są w tak zwane zestawy paliwowe (po 200–300 prętów). Takich zestawów na jeden reaktor przypada zwykle od 100 do 200.

TAK DZIAŁA ELEKTROWNIA JĄDROWA



Materiały z zasobów Ministerstwa Edukacji i Nauki (Dariusz Krajewski)

Fot. Wastas, Nordroden/iStockphoto.com, Galina Peshkova/123rf.com

Rdzeń reaktora typu RBMK widziany od góry. Różne kolory „kwadratów" odpowiadają różnym elementom – na przykład czerwony oznacza umiejscowienie prętów sterowania, a zielony to pręty kontrolne

50 milionów razy mniej! Wnioski nasuwają się same, prawda?

Oczywiście, aby móc bezpiecznie rozszczepić jądro atomu, potrzebne są odpowiednie warunki. Wspominaliśmy już o tym, że w przypadku elektrowni jądrowych rozszczepianym „paliwem" są zazwyczaj dwa pierwiastki – uran lub pluton. Ten pierwszy, pozyskany ze środowiska, oczywiście nie nadaje się od razu do wykorzystania w elektrowni. Kluczowy na tym etapie jest proces tak zwanego wzbogacania, czyli zwiększania liczby zawartych w pierwiastku konkretnych izotopów. W przypadku uranu do czynienia mamy głównie z izotopem 238U, a podczas wzbogacania pojawia się w nim więcej izotopu 235U. Pluton – obecnie tworzony już tylko sztucznie – nie musi być wzbogacany. Już na etapie jego powstawania „doprowadzany" jest do stanu z dużą zawartością izotopu 239Pu, w którym idealnie sprawdza się jako rozszczepialne „paliwo".

Rozszczepianie jąder atomów nie może jednak zajść ot tak. A właściwie może, ale jest wówczas o wiele mniej wydajne. Aby osiągnąć maksymalny pułap wytwarzanej energii, konieczne jest dodatkowe spowolnienie neutronów, czyli części składowej jądra atomowego. Dopiero wtedy, gdy ich energia kinetyczna jest odpowiednio niska, w reaktorze zachodzi ten najważniejszy proces! Umożliwia to tak zwany moderator – czyli substancja pomiędzy prętami paliwowymi (o nich przeczytacie w ramce), pod wpływem której neutrony zmieniają swoje zachowanie. Może być to woda, ale także i inne substancje, jak beryl czy grafit.

Bezpiecznie jak w reaktorze

Mamy więc paliwo nuklearne w postaci ciężkich pierwiastków takich jak pluton lub uran, a także kluczowy dla reakcji moderator. Na tym jednak lista „najważniejszych części składowych reaktora" się nie kończy – pozostaje nam jeszcze jeden element, jakim jest chłodziwo. Zazwyczaj (ponownie) wykorzystywana jest do tego woda. I to dzięki niej temperatura reaktora i jego poszczególnych elementów utrzymywana jest na odpowiednim poziomie. Zwykle, wprowadzana do obiegu jako chłodziwo woda ma temperaturę na poziomie 280 °C, podczas „zajmowania się" reaktorem zaś ma około 320 °C. W zależności od typu reaktora (o tym w dalszych rozdziałach) wartości te mogą się nieco różnić. Gdy „coś idzie nie tak" – tak jak na przykład w Czarnobylu – i temperatura zaczyna rosnąć, proces uwalniania pary wodnej przyspiesza. To przekłada się na zwiększoną szybkość reakcji rozszczepiania jąder atomowych i wytwarzanie zbyt dużych pokładów energii. Koniec końców – w takiej sytuacji dochodzi po prostu do eksplozji lub odkształcenia/stopienia/zniszczenia konstrukcji reaktora. Pierwsze poważne uszkodzenia pojawiają się w momencie, gdy temperatura „zwykłego" reaktora jądrowego osiągnie 1300–1400 °C, ale wartości w skrajnych przypadkach mogę przekroczyć nawet 3000 °C. Chłodziwo, choć teoretycznie „najprostsze" z punktu widzenia definicji, jest więc tak naprawdę najważniejszym czynnikiem odpowiadającym za bezpieczeństwo procesu.

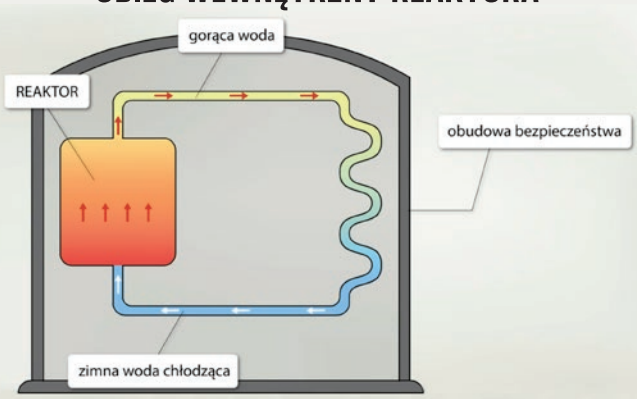
JAK CZĘSTO TRZEBA WYMIENIAĆ PRĘTY PALIWOWE

Rozszczepianie jądra atomowego na kolejne „połówki" niejako wypala zawartość kluczowego izotopu, choć nigdy nie zostanie on wypalony do końca. Aby pełnić rolę wydajnego paliwa nuklearnego, jego zawartość musi być jednak na odpowiednio wysokim poziomie. Choć nie ma reguły, przyjmuje się, że co roku powinno się wymieniać 30–40% wszystkich prętów paliwowych. Z całkowitą wymianą wszystkich prętów mamy więc do czynienia w cyklu dwu- lub trzyletnim.

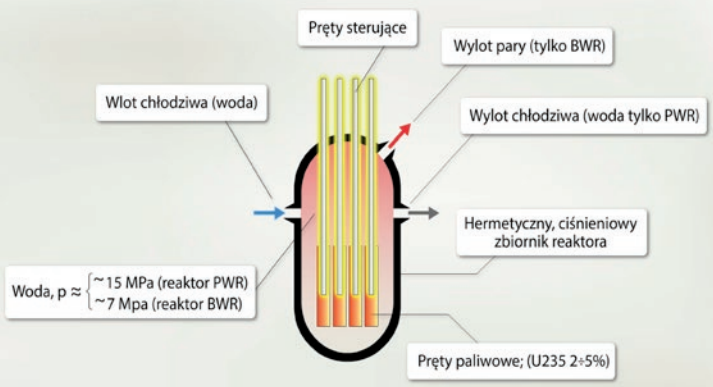
CO ROBI SIĘ Z ZUŻYTYMI PRĘTAMI PALIWOWYMI

Po opuszczeniu elektrowni przechowywane są w specjalnych pojemnikach radioaktywnych, a następnie transportowane do wytwórni paliwowych, w których podejmowana jest próba odzyskania zawartego w prętach uranu i plutonu. Jeśli się to uda – wykorzystywane są one przy produkcji nowych egzemplarzy prętów. Jeżeli nie, nadają się do odzys ku – trafiają na składowisko radioaktywne. W Polsce znajduje się tylko jedno takie składowisko – w Różanie położonym około 100 km od Warszawy.

OBIEG WEWNĘTRZNY REAKTORA



SCHEMAT BUDOWY RDZENIA



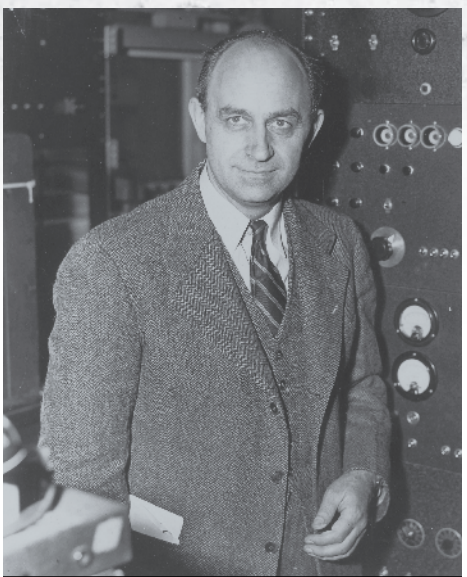
Materiały z zasobów Ministerstwa Edukacji i Nauki (Dariusz Krajewski)

HISTORIA REAKTORA W CZARNOBYLU

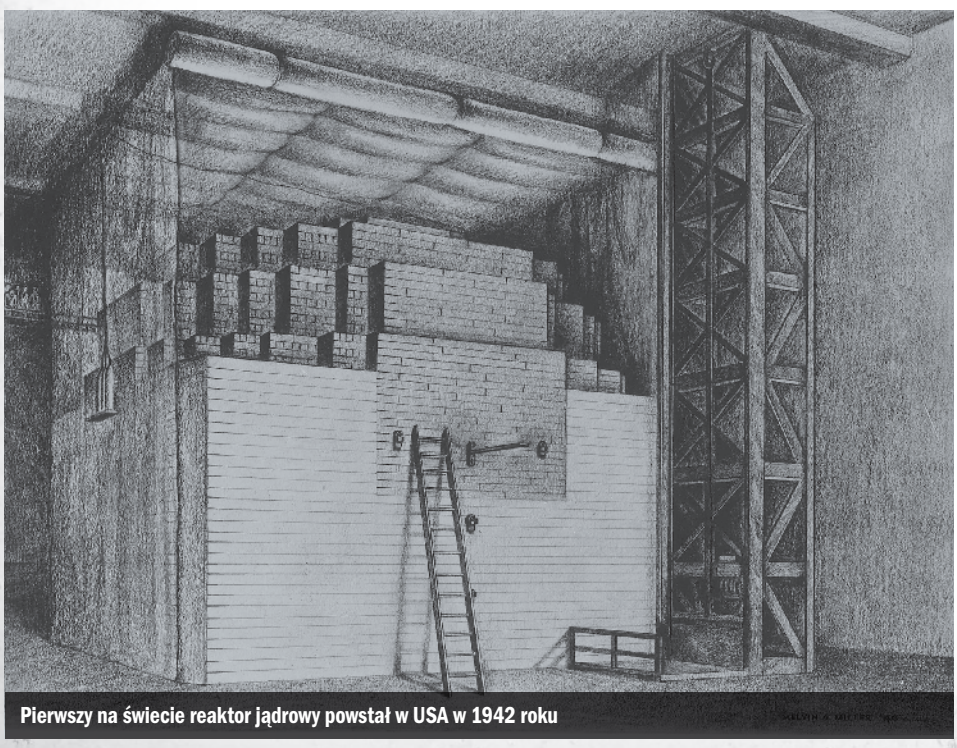
To była jedna z największych katastrof w historii ludzkości. Choć pod względem ofiar wcale nie znajduje się w czołówce, ***miała ogromny wpływ na rzeczywistość społeczną, polityczną i gospodarczą.*** *Odczuwamy go także dziś, 35 lat po eksplozji w reaktorze bloku numer 4. Jak do niej doszło?*

Historia reaktorów jądrowych rozpoczęła się jeszcze w czasach drugiej wojny światowej. To właśnie wtedy, dokładnie w grudniu 1942 roku, niejaki Enrico Fermi uruchomił pierwszy w historii reaktor jądrowy i przeprowadził w pełni kontrolowane rozszczepienie jądra atomu. Nie było to oczywiście dzieło przypadku – Fermi był wybitnym fizykiem, który kilka lat wcześniej zdobył Nagrodę Nobla… choć najważniejszą część odkrycia, którego wówczas dokonał, początkowo przeoczył. To, że tak naprawdę przy okazji badania neutronów udało mu się dokonać rozszczepienia jądra atomowego, uświadomili mu dopiero nieco później jego koledzy po fachu. Uzbrojony w nową wiedzę, Fermi we wspomnianym roku 1942 postawił kropkę nad „i" i stworzył działający reaktor na terenie należącym do University of Chicago.

Wydawać by się mogło, że skoro to w USA tak naprawdę rozpoczęła się historia kontrolowanej przez ludzi energii jądrowej, to właśnie tam dokonany zostanie kolejny przełom. Nic bardziej mylnego! Po zakończeniu wojny pałeczkę pierwszeństwa bardzo szybko przejął ZSRR. Ogromne inwestycje w naukę przynosiły początkowo spektakularne skutki – jednym z nich była pierwsza na świecie funkcjonalna elektrownia jądrowa, którą wzniesiono w Obninsku, położonym 100 km od Moskwy. Budowę rozpoczęto w roku 1951, formalne uruchomienie obiektu zaś miało miejsce już trzy lata później – dokładnie 1 czerwca 1954 roku. Pierwsza wytworzona w elektrowni energia popłynęła do obywateli Związku Radzieckiego już 26 czerwca 1954 roku. Co ciekawe, jej wyłączenie nastąpiło… dopiero 50 lat później!



Enrico Fermi – to temu człowiekowi zawdzięczamy możliwość rozszczepiania jądra atomu i pierwszą elektrownię jądrową



Pierwszy na świecie reaktor jądrowy powstał w USA w 1942 roku

Sukcesu ZSRR w tym zakresie nie był w stanie nikt podważyć i choć niebawem do państw z własnymi elektrowniami tego typu dołączyła także Wielka Brytania, USA czy chociażby Francja, to Sowieci pozostali pionierami.

Przez kolejne 10 lat na terenie Związku Radzieckiego nie uruchomiono jednak żadnego innego obiektu tego typu. Ponownego rozpędu inwestycje w energię nuklearną nabrały w ZSRR dopiero w latach siedemdziesiątych. To właśnie wtedy postawiono i uruchomiono aż kilkanaście nowych reaktorów jądrowych, w tym ten najsłynniejszy, czyli kompleks o nazwie Czarnobylska Elektrownia Jądrowa im. Włodzimierza Iljicza Lenina. Decyzję o budowie oraz o wyborze lokalizacji podjęto 29 września 1966 roku, a finalny podpis pod rozporządzeniem złożył ówczesny minister energii i elektryfikacji – Piotr Neporozhny. Na miejsce budowy wybrano położone na terenie dzisiejszej Ukrainy okolice, wokół których powstała miejscowość Prypeć. Samo miasteczko formalnie założono w roku 1970, choć prace nad konstrukcją elektrowni ruszyły pełną parą dopiero 15 sierpnia 1972 roku.

Złego początki

Władze Związku Radzieckiego już na tym etapie wiedziały, że kompleks tworzyć będzie łącznie sześć reaktorów, budowanych w technologii RBMK – były to tak zwane Reaktory Kanałowe Dużej Mocy. Co ciekawe, rozwiązanie to nie było wykorzystywane w żadnym innym państwie na świecie! Tym, co wyróżniało je na tle pozostałych konstrukcji, był fakt… iż tak naprawdę do działania nie potrzebowały wzbogacanego uranu. Wynikało to z wykorzystywania w roli moderatora grafitu. Z jednej strony oznaczało to ogromne oszczędności (proces wzbogacania uranu to duży wydatek), ale z drugiej – wiązało się z większą niestabilnością reakcji. Łącznie tego typu reaktorów w historii planowano 28, z czego faktycznie prace zakończono jedynie w 17 przypadkach – 25 procent z nich stanowiły reaktory czarnobylskie. Reaktor numer 1, zaliczany do reaktorów pierwszej generacji (temat klasyfikacji zostanie omówiony w innym rozdziale), swoją pierwszą reakcję łańcuchową przeprowadził 2 sierpnia 1977 roku, a stałego podpięcia do sieci elektrycznej dokonano niewiele później, bo już 26 września 1977 roku. Blok energetyczny numer 2 – także zaliczany do kategorii reaktorów pierwszej generacji – zaczął funkcjonować w pełnym wymiarze już w grudniu następnego roku.

Kolejne dwa reaktory – numer 3 i numer 4 – zaczęto budować odpowiednio w roku 1976

Czarnobylska Elektrownia Jądrowa działała jeszcze długo po katastrofie. Ostatni reaktor wyłączono dopiero w 2000 roku

i 1979, a do stanu funkcjonalności doprowadzono je w 1981 i 1983 roku. Co jednak istotne – były to już tak zwane reaktory drugiej generacji, teoretycznie budowane w nieco inny, bezpieczniejszy sposób niż poprzednicy (choć i tak niespełniający norm zachodnioeuropejskich). Jak niebawem miało się okazać – jeśli faktycznie tak było, nawet najlepsza konstrukcja nie jest w stanie oprzeć się najbardziej niszczycielskiej sile we wszechświecie – ludzkim błędom. Jednak tego, co wydarzyć się miało 26 kwietnia 1986 roku, tak naprawdę nic szczególnego nie zwiastowało. Choć z perspektywy historycznej łatwo wydawać osąd i wskazywać, „co poszło nie tak" – dotychczasowe doświadczenia ZSRR w dziedzinie energetyki jądrowej pozwalały im wierzyć, iż wszystko mają pod kontrolą. Jasne, reaktor RBMK jest mniej stabilny, ale przez poprzednie 30 lat na 20 większych, cywilnych wypadków i katastrof związanych z energią jądrową w ZSRR wydarzyły się zaledwie… dwa. Cała reszta, czyli 90 procent, dotyczyło rozwiązań stosowanych przez pozostałe kraje europejskie, USA oraz Kanadę – czyli kraje, które teoretycznie przykładały większą wagę do kwestii bezpieczeństwa.

W samym kompleksie czarnobylskim przed słynną eksplozją miał miejsce dosłownie jeden pomniejszy incydent – 1 września 1982 roku w reaktorze numer 1 uszkodziło się kilka przewodów chłodniczych, a to doprowadziło do częściowego stopienia rdzenia. Awarię zauważono wprawdzie dopiero po kilku godzinach, ale szczęśliwie obyło się bez jakichkolwiek ofiar. Sam reaktor naprawiono i w przeciągu ośmiu miesięcy wrócił do pełnej funkcjonalności. Reaktory RBMK były więc, jakie były, ale rola człowieka w katastrofie z roku 1986 jest niepodważalna. Oczywiście lepsza konstrukcja mogłaby zapobiec katastrofie i zniwelować pomyłki człowieka (a ZSRR w tej kwestii wielokrotnie ignorował ostrzeżenia), ale prawda jest taka, że gdyby załoga elektrowni miała większą wiedzę na temat tego, co robi, i nie ignorowała alarmujących znaków – do awarii by nie doszło. Pora jednemu z najtragiczniejszych ludzkich błędów w historii przyjrzeć się nieco bliżej.

Geneza i przebieg katastrofy

Wszystko tak naprawdę zaczęło się od decyzji o przeprowadzenie eksperymentu – specjalnego testu, który miał sprawdzić, jak elektrownia jądrowa w Czarnobylu poradzi sobie… podczas sytuacji awaryjnej. O co dokładnie chodziło? Okazało się, że projektanci i konstruktorzy elektrowni nie zadbali o zapewnienie odpowiedniego, alternatywnego źródła energii potrzebnej do działania obiektu w sytuacji krytycznej. Zastosowane agregaty prądotwórcze aktywowały się dopiero po 60 sekundach, a to oznaczałoby, że w przypadku jakiegokolwiek wypadku i wyłączenia reaktorów – blok przez minutę nie miałby żadnego zasilania. Generator podpięty do reaktora byłby w stanie wprawdzie jeszcze siłą rozpędu generować nieco energii, ale starczałoby jej zaledwie na 15 sekund. Błąd ten zidentyfikowano, a następnie zaproponowano dwa możliwe rozwiązania – wymiana agregatorów prądotwórczych na lepsze, nowsze, o krótszym czasie rozruchowym lub też przerobienie istniejącego generatora tak, aby był w stanie „samoistnie" produkować energię przez dłuższy czas. Zdecydowano się – jak to w ZSRR zwykle bywało, zwłaszcza w końcowej fazie jego istnienia – na opcję może i mniej bezpieczną, ale tańszą. Innymi słowy – kierownictwo postawiło na rozwiązanie numer dwa.

Sama przebudowa generatora przebiegła bez większych problemów, ale oczywiście potrzebna była praktyczna weryfikacja teorii. Test w elektrowni w Czarnobylu miał sprawdzić, czy konstrukcyjne przeróbki przyniosły zamierzony efekt i czy udało się tym samym zwiększyć bezpieczeństwo całego obiektu. Dalszą kolejność wypadków najlepiej omawiać będzie jednak chyba w nieco innej formie. Z racji tego, że chronologia jest tu kluczowa, najlepiej pokazać będzie ją z wyszczególnieniem najważniejszych momentów i przedziałów czasowych.

W przypadku 25 kwietnia – obowiązujący zapis to „GG:MM", czyli godziny i minuty. Choć preludium do katastrofy obfitowało w wydarzenia, nie miały one aż tak dużej dynamiki jak to, co działo się dnia kolejnego. Podczas relacjonowania zdarzeń z 26 kwietnia z kolei mamy już do czynienia z zapisem „GG:MM:SS", czyli godziny, minuty i sekundy. Sytuacja zarówno w reaktorze, jak i centrum operacyjnym elektrowni zmieniała się bardzo dynamicznie, a poszczególne decyzje podejmowane w bardzo krótkich przedziałach czasowych – miały kluczowe znaczenie dla „rozwoju" katastrofy.

25 KWIETNIA 1986

13:05 Rozpoczyna się procedura przygotowawcza do testu, moc reaktora zostaje stopniowo obniżana. Docelowo ma osiągnąć około 30 procent maksymalnej wartości.

14:00 Pojawia się rozkaz o wstrzymaniu i opóźnieniu eksperymentu. Opóźnienie spowodowane było awarią innej elektrowni – wyłączanie reaktora w Czarnobylu nie wchodziło w grę z uwagi na potencjalne braki wytwarzanej energii.

15:59 Kończy się zmiana dziennej załogi. Z racji tego, że test musiał zostać przeprowadzony – został on przekazany popołudniowej zmianie.

23:04 Do centrum komunikacyjnego elektrowni przychodzi w końcu zgoda na przeprowadzenie eksperymentu.

23:10 Rozpoczynają się ponowne przygotowania do testu i obniżanie mocy reaktora.

23:59 Kończy się zmiana popołudniowej załogi, przeprowadzenie eksperymentu zostaje powierzone nocnej, najmniej doświadczonej ekipie. Osoba odpowiedzialna za obsługę reaktora, Leonid Toptunow, w elektrowni pracował zaledwie trzy miesiące. Gwarancją „odpowiedniej wiedzy" miała być jednak obecność Anatolija Diatłowa – zastępcy naczelnego inżyniera. Problem w tym, iż on i jego ludzie mający pilnować eksperymentu czekają na start eksperymentu już ponad 10 godzin – są zwyczajnie przemęczeni.

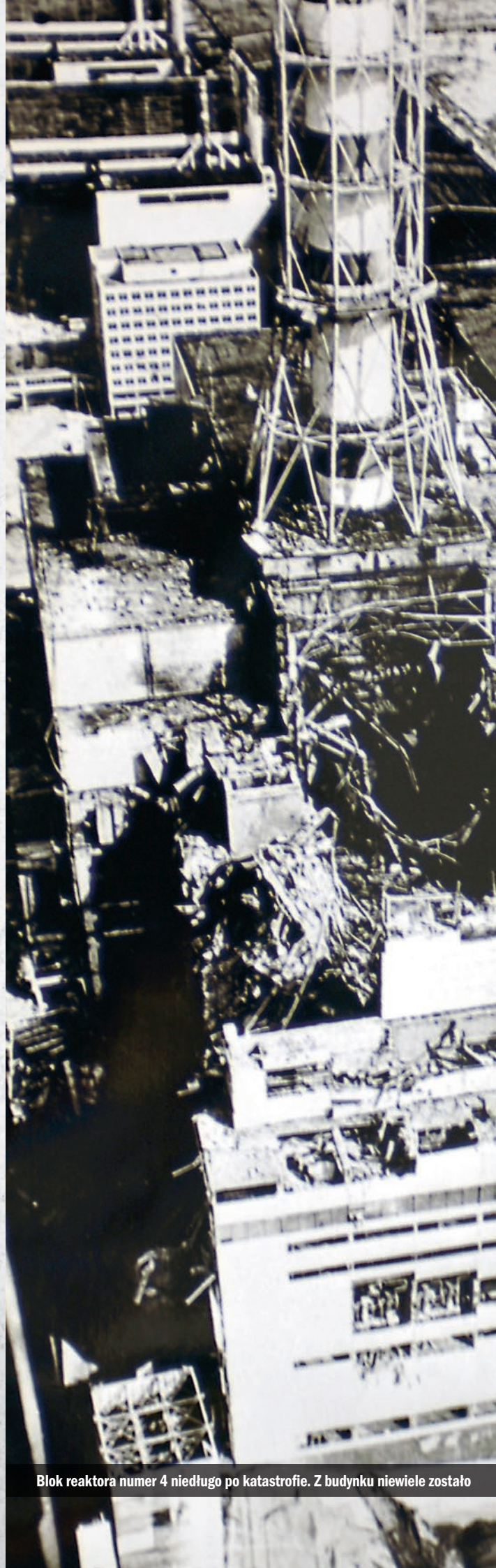
26 KWIETNIA 1986

01:00:00 Rozpoczyna się ponowna redukcja mocy. Podobnie jak poprzednio – reaktor ma zejść do poziomu 30 procent mocy, co w praktyce oznaczałoby osiągnięcie poziomu około 1 GW (zamiast normalnych 3,2 GW). Ponowne uruchomienie procedury tak szybko po poprzednim podejściu do eksperymentu nie powinno mieć miejsca! Bezpieczny przedział czasowy przed kolejną taką próbą wynosi około 24 godzin. W tym przypadku było to „tylko" 11 godzin. Wcześniej, w związku z obniżaniem mocy wewnątrz reaktora, zaczął gromadzić się ksenon-135, mający bezpośredni wpływ na zachowanie neutronów w jądrach atomowych i który „wygasza" reakcje rozszczepiania. W chwili, w której moc znów zaczęła być obniżana – pojawiło się go jeszcze więcej, a to doprowadziło do tak zwanego zatrucia ksenonowego. Elektrownia w Czarnobylu nie była wyposażona w odpowiednią aparaturę, a załoga zwyczajnie tego nie przewidziała. W efekcie, moc reaktora zamiast do poziomu 1 GW spada do zaledwie 30 MW.

01:04:00 To za mała wartość, aby przeprowadzić test. Ten jest jednak kontynuowany na wyraźne polecenie Diatłowa. Aby zwiększyć moc, podjęto decyzję o wysunięciu części prętów kontrolnych. Dało to jednak tylko częściowy skutek – moc wzrosła do poziomu 200 MW.

01:05:00 Załoga zwiększa obieg wody chłodzącej reaktor, dzięki czemu temperatura rdzenia chwilowo zostaje obniżona. Przynosi to jednak odwrotny od zamierzonego skutek – ilość wytwarzanej pary wodnej mocno spada, co w połączeniu z faktem, iż w poprzednim kroku wysunięto za dużo prętów paliwowych – uruchomiło łańcuch nieprzewidzianych reakcji. Dalsze wysuwanie prętów doprowadziło do tego, iż reaktor stał się niestabilny, a temperatura zaczęła w niekontrolowany sposób rosnąć. W normalnych warunkach system bezpieczeństwa zaalarmowałby załogę i wyłączył reaktor automatycznie, ale… wcześniej ręcznie go wyłączono, tak aby „uprościć" cały test.

01:23:04 Procedura przygotowawcza się zakończyła. Choć atmosfera związana z niepokojącymi odczytami temperatury i mocy robi się nerwowa, załoga elektrowni rozpoczyna właściwą część eks-



Blok reaktora numer 4 niedługo po katastrofie. Z budynku niewiele zostało

Fot. z zasobów USFORFC

perymentu – ma on potrwać 60 sekund. Wyłączony zostaje dopływ pary do turbin, ale jej produkowanie i gromadzenie się w reaktorze zaczyna przez to rosnąć. Zbyt duża ilość pary wpływa na zachodzące wewnątrz reakcje – dochodzi do gwałtownego wzrostu temperatury i mocy reaktora.

01:23:40 Naczelnik zmiany, Aleksander Akimow, przerażony odczytami decyduje o natychmiastowym przerwaniu eksperymentu. Aby zatrzymać zachodzące w reaktorze niekontrolowane reakcje, rozkazuje Toptunowowi uruchomienie procedury AZ-5 – to tak zwane awaryjne wyłączenie reaktora, polegające na wsunięciu do reaktora wszystkich prętów kontrolnych. Z uwagi na swoją konstrukcję i właściwości powinny – w teorii – przerwać wszelkie reakcje. W przypadku reaktorów RBMK końcówki prętów kontrolnych pokrywane były jednak grafitem. Do jego zalet zaliczyć można to, iż zmniejszał ewentualne powstające tarcie podczas „operowania" prętami, ale… zwiększa reaktywność. Pręty „wygasić" reakcje mogły dopiero po głębszym zanurzeniu, ale na początku po prostu ją wzmagały.

01:23:47 Moc reaktora osiąga zawrotne 30 GW – to aż 10-krotnie więcej, niż wynikałoby z jego konstrukcji. Oprócz temperatury rośnie także i ciśnienie, które zaczyna rozsadzać system chłodniczy i zestawy paliwowe.

01:24:00 Dochodzi do pierwszej dużej eksplozji nagromadzonej pary. Jakby tego było mało – pełniący rolę moderatora grafit, który osiąg nął już temperaturę rzędu 3000 °C, wchodzi w kontakt z wodą, co uruchomiło kolejne reakcje. Te doprowadziły do powstania wybuchowej mieszaniny tlenowodorowej.

01:24:03 Dochodzi do drugiej, jeszcze potężniejszej eksplozji, która rozsadziła osłonę antyradiacyjną, pokrywającą reaktor. Do odsłonionego w ten sposób rdzenia zaczyna dostawać się tlen, który dodatkowo pogarsza sytuację.

01:24:20 Budynek bloku numer 4 zostaje zniszczony, a radioaktywne bloki grafitowe, pełniące rolę izolatora – roztrzaskane i rozrzucone w okolicy. Kilka ton grafitu nieustannie płonie, cały czas uwalniając do atmosfery promieniotwórcze izotopy.

01:25:00 Diatłow i reszta kierownictwa nie chcą przyjąć do wiadomości, iż doszło do eksplozji i poważnego wypadku. Czytniki obecne w elektrowni nie są w stanie dokonać prawidłowych pomiarów – odczyty wykraczają daleko poza skalę, która „zatrzymywała się" na poziomie akceptowalnym. To właśnie wtedy pada rozsławione przez serial HBO zdanie „Nie jest dobrze, nie jest tragicznie" (ang. „Not great, not terrible"). Aby sprawdzić stan sytuacji, w okolice rdzenia wysyłani są pierwsi członkowie załogi – potwierdzają, że najgorszy możliwy scenariusz stał się faktem.

01:26:00 Lokalna straż pożarna otrzymuje wezwanie i rozpoczyna przygotowania do wyruszenia z akcją ratunkową. W tym samym czasie w elektrowni nasila się chaos, część pracowników już nie żyje, inna właśnie umiera od przyjęcia śmiertelnej dawki promieniowania. Diatłow nadal łudzi się, że może opanować sytuację, jeśli tylko reaktor będzie stale chłodzony.

01:28:00 Na miejsce eksplozji docierają pierwsze jednostki strażackie. Nikt ze strażaków tak naprawdę nie wiedział, co czeka go na miejscu – byli przekonani, że doszło do awarii instalacji elektrycznej. Na miejscu pracowali tak jak w normalnych warunkach – część z nich umarła na miejscu od bardzo silnego promieniowania. Na tym etapie rozpoczyna się także pierwsza faza ewakuacji ludzi z kompleksu.

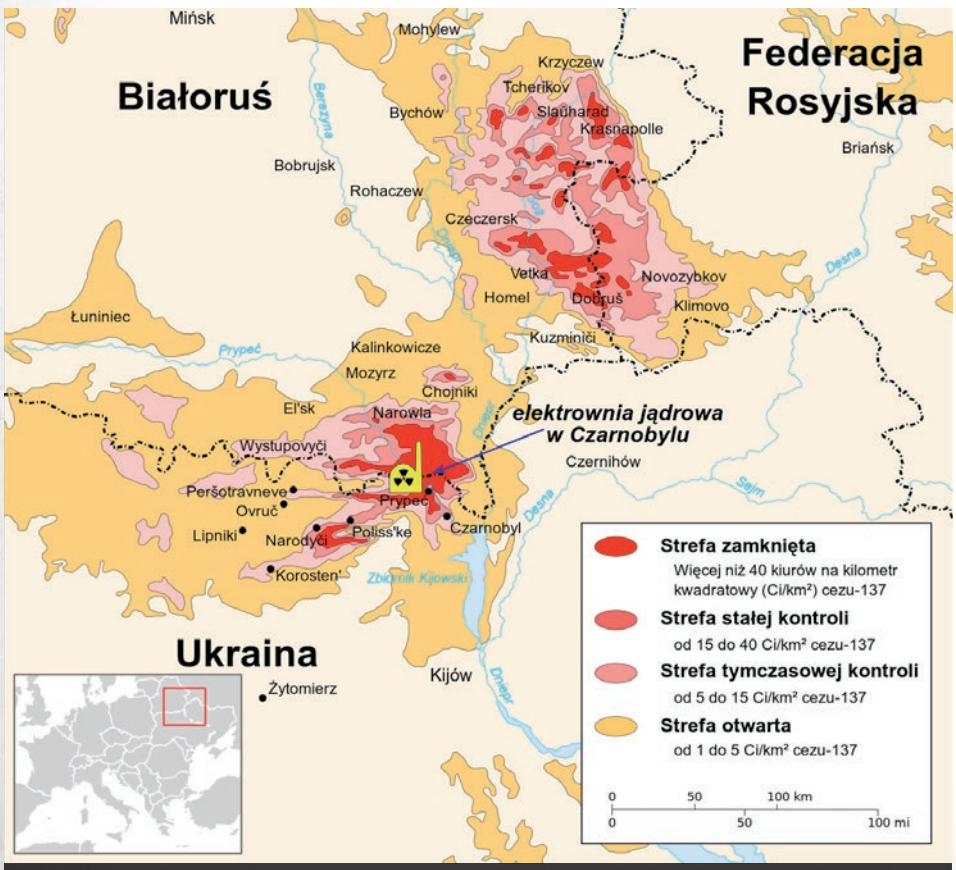
Oczywiście szybkie pojawienie się straży pożarnej w takiej sytuacji i tak niewiele zmieniło. Radioaktywne kawałki grafitu płonęły jeszcze przez dziewięć dni, a napromieniowany pył stale dostawał się do atmosfery. Choć sam rdzeń reaktora finalnie udało się zakryć, zrzucając na niego gigantyczne ilości piasku, gliny i ołowiu, zagrożenie dalszych nieszczęść nie zostało zażegnane. Pod nim znajdował się duży zbiornik wodny, tak zwany zbiornik rozbryzgowy, który zbierać miał ewentualne wycieki. Gdyby reaktor – mimo przysypania wciąż w bardzo wysokiej temperaturze – przetopiłby się przez dolną powłokę i wszedł w kontakt z wodą, doszłoby do kolejnej, radioaktywnej eksplozji. Aby temu zapobiec, początkowo chciano wodę ze zbiornika wypompować. Przyniosło to jednak tylko częściowy skutek, w panujących warunkach całkowite jego wysuszenie nie było zwyczajnie możliwe. Jedyną nadzieją był… czynnik ludzki. Szczęśliwie znalazło się kilku śmiałków gotowych do zanurkowania w zbiorniku i ręcznego odkręcenia zaworów zwalniających wodę. Byli to Aleksiej Ananienko, Borys Baranow i Walery Bezpałow. Po upuszczeniu wody przystąpiono do chłodzenia zbiornika ciekłym azotem, a następnie zdecydowano się na jego zabetonowanie. Miało to uchronić przed zakażeniem wody gruntowej w sytuacji, w której rdzeń przetopiłby się przez dolną osłonę.

Całe przedsięwzięcie nie byłoby możliwe bez kolejnej wielkiej logistycznie operacji, tym razem wykorzystującej… górników. Kilkaset osób, nieustannie przez 36 dni, kopało specjalny, blisko 150-metrowy tunel pod elektrownią. Ich praca i poświęcenie (wiele z nich zmarło na skutek otrzymanych dawek promieniowania) nie poszły na marne – zaledwie 10 dni po zakończeniu prac dolna osłona faktycznie się przetopiła. Reaktor zatrzymał się jednak na „betonowej poduszce", a promieniowanie nie przedostało się dalej. Fakt, iż udało się powstrzymać kolejną katastrofę, nie niwelował jednak poprzedniej. A ta okazała się w skutkach niezwykle tragiczna.

Podczas usuwania szkód po katastrofie w akcjach specjalnych brało udział kilkaset tysięcy osób

Fot. z zasobów USFORFC

Te być może w znacznej części dałoby się ograniczyć, gdyby władze ZSRR nie postanowiły ze względów politycznych… zataić katastrofy. Nie tylko przed społecznością międzynarodową, ale i przed ludźmi, którzy mieszkali w pobliżu. O tym, że doszło do poważnego skażenia, postanowiono nikogo nie informować z obawy o możliwy wybuch paniki i straty wizerunkowe. Ewakuację ludności zarządzono dopiero 36 godzin po eksplozji, a i wtedy w przekazie bagatelizowano problem – mieszkańców Prypeci i okolic poinformowano, że ewakuacja jest tymczasowa i powinni zabrać ze sobą jedynie podstawowe rzeczy. Wywieziono w ten sposób ponad 100 tysięcy osób, po czym ustanowiono wokół Czarnobyla wyłączoną na stałe z ruchu strefę.



Mapa okolic Czarnobyla z 1996 roku – nawet 10 lat po katastrofie zagrożenie było wyraźne

Fot. z zasobów CIA Factbook

PROCES CZARNOBYLSKI

ZSRR za wszelką cenę chciał sprawić wrażenie, iż winny katastrofie był tylko i wyłącznie błąd ludzki. Choć przeważył czynnik ludzki – roli niedoskonałej i ryzykownej konstrukcji nie można bagatelizować. Niemniej, w walce o nadanie całości odpowiedniej narracji, władze partii postanowiły przed sądem postawić łącznie sześć osób związanych z elektrownią. Prawdopodobnie byłoby ich więcej, ale przed rozpoczęciem tak zwanego procesu czarnobylskiego część z nich po prostu zmarła w wyniku choroby popromiennej. Rozprawa zakończyła się 29 lipca 1987 roku, a wyroki skazujące usłyszeli wszyscy oskarżeni. Wiktor Briuchanow (dyrektor elektrowni), Nikołaj Fomin (naczelny inżynier) oraz Anatolij Diatłow (zastępca naczelnego inżyniera) otrzymali najwyższe wyroki – w więzieniu spędzić mieli po 10 lat. Najwyższy Sąd ZSRR łagodniej obszedł się z pozostałymi osobami – Boris Rogożkin (naczelnik zmiany), Aleksander Kowalenko (naczelnik drugiego działu reaktorowego) oraz Jurij Łukaszkin (inspektor dozoru jądrowego) zostali skazani kolejno na 5, 3 i 2 lata pozbawienia wolności. Co ciekawe, Wiktor Briuchanow wyszedł z więzienia już po 4 latach, następnie… wrócił do pracy w ponownie uruchomionej elektrowni w Czarnobylu. Pełnił tam rolę szefa wydziału technicznego.

Społeczność międzynarodowa pierwszy raz o katastrofie usłyszała jeszcze później – szwedzka aparatura wykryła wyraźny wzrost radioaktywnych cząstek w atmosferze i pozwoliła zawęzić ich pochodzenie do terenu ZSRR. Za to „odkrycie" odpowiedzialny był Cliff Robinson. Sowieckie władze przyznały, iż faktycznie miał miejsce „incydent", ale był on nieznaczny i mają sytuację pod całkowitą kontrolą. 29 kwietnia 1986 roku, czyli trzy dni po katastrofie, amerykańskie satelity przesyłają pierwsze zdjęcia elektrowni w Czarnobylu po eksplozji, ale kierownictwo partii komunistycznej nadal idzie w zaparte. I choć w międzyczasie organizowana jest gigantyczna akcja niwelowania skutków katastrofy (do usuwania szkód, burzenia „skażonych" budynków i wybijania zwierząt zaangażowano kilkaset tysięcy pracowników!), ZSRR stara się funkcjonować normalnie. Łatwo wykrywalna i stale rosnąca radioaktywna chmura słusznie zaniepokoiła nie tylko kraje ościenne, ale i cały świat. Prasa międzynarodowa biła na alarm, rządy wydawały dla obywateli kolejne zalecenia mające zwiększyć ich bezpieczeństwo na wypadek „najgorszego"… To wprawdzie nigdy nie nastąpiło, ale z uwagi na to, iż ZSRR nie ujawniał prawdziwej skali katastrofy – wszyscy woleli dmuchać na zimne. Michaił Gorbaczow dopiero trzy tygodnie po eksplozji, 14 maja 1986 roku, przyznał publicznie, że wypadek faktycznie miał miejsce, ale jednocześnie zaznaczył, iż „najgorsze jest już za nami".

Więcej światła na to, co naprawdę wydarzyło się w Czarnobylu, rzuciła dopiero konferencja wiedeńska, która odbyła się w dniach 25–29 sierpnia 1986 roku. Międzynarodowa presja na ZSRR do pełnego ujawnienia tego, co się wydarzyło, przyniosła skutek w postaci raportu Walerija Legasowa. Trwająca kilka godzin prezentacja według różnych doniesień ujawniła także szereg informacji, na które Legasow nie otrzymał od władz ZSRR „pozwolenia". Tego, jak było naprawdę, zapewne nigdy się nie dowiemy, ale faktem jest, że dopiero wtedy społeczność międzynarodowa poznała prawdziwą skalę wydarzeń w elektrowni jądrowej.

Szczęśliwie – choć w ówczesnych czasach jeszcze o tym nie wiedziano – skutki katastrofy nie odcisnęły się na zdrowiu obywateli innych krajów. Mieszkańcy rejonów położonych w najbliższym sąsiedztwie ucierpieli oczywiście najbardziej, ale według obecnej wiedzy liczba zdrowotnie poszkodowanych na skutek nadmiernego promieniowania wyniosła na przestrzeni lat co najwyżej kilka tysięcy osób (a prawdopodobnie mniej). ONZ oszacowało, że śmierć bezpośrednio na skutek katastrofy poniosło około 50 osób, podczas gdy inne międzynarodowe raporty wskazywały na liczbę 31 ludzi. Choć to tragiczny bilans i tak prezentuje się o wiele „lepiej", niż początkowo zakładano. Oczywiście pojawiały się raporty mówiące o znacznie większej skali – nawet 125 tysiącach śmierci i blisko milionie poszkodowanych… ale liczb tych nie poparto żadnymi, wiarygodnymi badaniami. Niemniej, skutki katastrofy w Czarnobylu miały wymiar nie tylko zdrowotny. Cała sytuacja mocno odcisnęła się na międzynarodowej gospodarce, sytuacji politycznej oraz naszej kulturze. Eksplozja jest tak mocno zakorzeniona w powszechnej świadomości, że wiele osób swoją niechęć do energii jądrowej opiera właśnie na wspomnieniu strachu, jaki towarzyszył zwłaszcza europejskim społeczeństwom w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych. O tym, czy obawy te są słuszne i jakie kroki poczyniono po katastrofie w Czarnobylu, aby zwiększyć bezpieczeństwo elektrowni jądrowych – wyjaśnimy na kolejnych stronach.

POLSKA REAKCJA NA WYBUCH W CZARNOBYLU

Z uwagi na to, że władze ZSRR nie ujawniały wszystkich informacji dotyczących katastrofy, większość specjalistów w Polsce wolała zakładać najgorszy scenariusz. Jod-131, który obecny był w radioaktywnych oparach przedostających się do atmosfery po eksplozji, uważany był za mocno szkodliwy w dużych dawkach. Jego obecność w „polskim" powietrzu zwiększyła się wówczas pół miliona razy! Aby zapobiec potencjalnym chorobom i rozwojowi nowotworów u osób wystawionych na jego działanie – szybko opracowano plan i zalecono obywatelom Polski picie tak zwanego płynu Lugola. Był to wodny roztwór jodku potasu oraz jodu, który miał zadziałać jako czynnik blokujący wchłanianie szkodliwej „radioaktywnej" odmiany tego drugiego związku. Dziś wiadomo już, że reakcja władz PRL była w gruncie rzeczy zbędna – prawdziwego zagrożenia dla zdrowia obywateli mimo zwiększonej obecności jodu-131 tak naprawdę nie było. Niemniej cała operacja – nawet jeśli z perspektywy medycznej nie odegrała większej roli – miała ogromne znaczenie polityczno-psychologiczno-społeczne.

Jodyna – nazywana w Polsce częściej po prostu płynem Lugola – odegrała istotnę rolę w 1986 roku

Walerij Legasow – to za jego sprawą świat dowiedział się, co wydarzyło się w Czarnobylu

Fot. z zasobów USFORFC

JAK DZIŚ WYGLĄDA CZARNOBYL?

35 lat po katastrofie Czarnobyl nadal odczuwa jej skutki. Choć życie w okolicy powoli wraca do normy, ***w zonie jeszcze przez kilkaset lat będzie wysokie promieniowanie***

Chwilę po katastrofie elektrowni okolice Czarnobyla i Prypeci niewątpliwie były najgroźniejszym miejscem na świecie. Dziś jest zgoła inaczej. Oczywiście w mierzącej około 2600 kilometrów kwadratowych Czarnobylskiej Strefie Wykluczenia (nazywanej także czarnobylską zoną) nadal jest niebezpiecznie, a wyższe promieniowanie utrzymywać będzie się tam jeszcze przez kilkaset lat, ale w większości miejsc jest ono na „akceptowalnym" dla ludzkiego zdrowia poziomie. Oczywiście każdy, kto zdecyduje się wejść do strefy, musi liczyć się z licznymi procedurami bezpieczeństwa, kontrolami, koniecznością stałego mierzenia poziomu promieniowania oraz obowiązkowym, wcześniejszym poinformowaniem władz Ukrainy o swoich turystycznych planach. Niemniej – chętnych do odwiedzania okolic słynnej elektrowni jądrowej z roku na rok jest coraz więcej. Turystyka odgrywa ogromną rolę i to głównie z niej żyją obecnie ludzie, którzy zdecydowali się związać z regionem – na przykład jako przewodnicy.

Są też tacy, którzy w zonie… mieszkają. Zgadza się, choć władze ZSRR, a teraz Ukrainy wyraźnie ludziom to odradzały, pierwsi nielegalni osadnicy zaczęli wracać do dawnych domostw już w 1987 roku. Obecnie szacuje się, że w Czarnobylskiej Strefie Wykluczenia mieszka około 150 osób, tak zwanych „samosiołów". To zwykle starsze osoby, a warunki, w jakich mieszkają, dalekie są od idealnych – brak elektryczności czy bieżącej wody zdaje się im jednak nie przeszkadzać. Nie bez znaczenia pozostaje także obecność szabrowników, którzy już od kilkudziesięciu lat pojawiają się na miejscu, aby wynieść stamtąd złom i inne przydatne przedmioty pozostawione przez ewakuowaną ludność.

Elektrownia słoneczna w Czarnobylu (materiały prasowe Solar Chernobyl)

W regionie całkowicie legalnie przebywają z kolei także pracownicy sektora usługowego. Poza wspomnianymi przewodnikami to także osoby zatrudnione w hotelarstwie. W opuszczonym Czarnobylu funkcjonują normalnie dwa hotele, które choć nieszczególnie atrakcyjne – są tak naprawdę jedyną lokalną opcją dla turystów. Co ciekawe, niewiele zabrakło, a w zonie rozgościłaby się także branża alko-

Dzisiejszy teren Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej na zdjęciu satelitarnym z Google Maps

Nowa Bezpieczna Powłoka przykryła reaktor z bloku numer 4 ostatecznie w roku 2019. Prace trwały blisko dekadę

Fot. Christopher Moswitzer/iStockphoto.com

holowa. W 2019 roku świat obiegła wieść o powstaniu Atomowej Wódki – lokalnego produktu, jako pierwszego w całości wytworzonego z plonów ziemi czarnobylskiej – ale wyprodukowano jej zaledwie jedną butelkęChwilę po zapowiedzi twórcy zamilkli, ale pod koniec 2020 roku zapewnili, że projekt nadal żyje i jest rozwijany. Sprzedaż na terenie Ukrainy i Wielkiej Brytani powinna rozpocząć się jeszcze w tym roku.

Innymi osobami ze stałym dostępem do strefy są pracownicy działający na zlecenie ukraińskiego rządu. Na miejscu stale prowadzone są pomiary promieniowania, w zgodzie z założonym planem ochronnym co pewien czas wykonywane są także dodatkowe prace zabezpieczające. Przykładem może tu być specjalny „sarkofag", który miał przykryć pozostałości po elektrowni. Ostatnia taka powłoka została oddana do użytku w 2019 roku – tak zwana Nowa Bezpieczna Powłoka pochłonęła blisko 400 milionów euro i ma swoją rolę pełnić przez mniej więcej 100 lat. Choć mało kto o tym wie, do jej budowy przyczyniła się także Polska, dokładając do budżetu kwotę 1,5 miliona euro.

Niewątpliwie jednym z ciekawszych elementów współczesnej, czarnobylskiej rzeczywistości jest… działająca w strefie elektrownia. Oczywiście nie jest to ten sam kompleks co z czasów ZSRR, ale energia na miejscu jak najbardziej jest produkowana – i to zaledwie 100 metrów od ruin bloku numer 4! Wszystko za sprawą otworzonej w roku 2018 elektrowni słonecznej. Na terenie inwestycji umieszczono blisko 3800 paneli fotowoltaicznych, które mają łączną moc 1 MW. W porównaniu z potęgą elektrowni jądrowej to oczywiście dość niewiele (dla przypomnienia – pojedynczy reaktor słynnego obiektu miał maksymalną moc 3,2 GW, czyli 3200 razy więcej), ale i tak wystarcza do zasilenia około 2000 domostw znajdujących się w obszarach na około strefy. Niemiecko-ukraińska spółka Solar Chernobyl zapewniała, że planuje dalszą rozbudowę, ale na chwilę obecną inwestor nie zdecydował się na postawienie kolejnych paneli w tym miejscu.

A co z życiem wokół Czarnobylskiej Strefy Wykluczenia? Tu sytuacja już dawno wróciła do „normy". Oczywiście wydarzenia z 1986 roku odcisnęły na społeczeństwie wyraźny, psychologiczny ślad, a region stara się wykorzystać historyczne wydarzenia w kontekście turystycznym, ale współcześnie funkcjonuje on dokładnie tak jak inne, położone dalej od miejsca katastrofy lokacje.

KIEDY CAŁKOWICIE ZAMKNIĘTO ELEKTROWNIĘ JĄDROWĄ W CZARNOBYLU

Po katastrofie bloku numer 4 – pozostałe reaktory w Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej nie zostały zamknięte. Po ukończeniu akcji ratunkowej i względnym opanowaniu sytuacji kompleks został ponownie otwarty. Dziś stara elektrownia jest już nieczynna, jednak jej ostatni reaktor wyłączono dopiero w 2000 roku, czyli 14 lat po katastrofie.

Atomik Vodka – pierwszy taki produkt z ziemi czarnobylskiej ma szansę trafić na rynek

KOMPUTER ŚWIAT W CZARNOBYLU

Okolice Czarnobyla to tak zwana „Zona" – strefa zamknięta. Mimo to łatwo wybrać się na zwiedzanie, choć najlepiej skorzystać z lokalnych firm, gdyż samodzielne uzyskanie stosownych zezwoleń wymaga sporo czasu

Nowy sarkofag nad blokiem reaktora numer 4 testowano od 2016 roku. W 2019 uzyskał wymagane certyfikaty i został oficjalnie oddany do użytku. Ma zapewnić ochronę przez nawet 100 lat. Widoczne na pierwszym planie „jaja kosmitów" to na szczęście tylko rzeźby

Technika robotyczna, która brała udział w likwidacji skutków katastrofy czarnobylskiej w latach 1986–1987 – głosi tabliczka przy wystawie. Wśród eksponatów wystawy pod otwartym niebiem, poza maszynami z ZSRR, także roboty z Japonii i Włoch

Diabelski młyn w Prypeci to znak rozpoznawczy okolic Czarnobyla. Dowód na to, że natura przejmuje tereny zajmowane przez niegdyś ponad 50-tysięczne miasto

Wnętrza porzuconych budynków robią piorunujące wrażenie. Naprawdę czuć, że w tym miejscu zdarzyła się poważna katastrofa

W okolicach Czarnobyla jest dużo zdziczałych psów, choć z racji częstych wizyt turystów raczej chcą się bawić lub coś zjeść niż atakować. Na tereny wróciły także wilki, niedźwiedzie, dziki, borsuki, jenoty, a nawet... uważane za wymarłe na wolności konie Przewalskiego

W pobliżu można zobaczyć także radar pozahoryzontalny Duga, zwany Okiem Moskwy. Miał on wykrywać amerykańskie pociski balistyczne. Ciągnąca się przez ponad 500 metrów konstrukcja (210 metrów nadajnik, 300 metrów odbiornik) robi duże wrażenie, szczególnie w połączeniu ze specyficznym świstem wiatru rozbijającego się na elementach anten

Fot. Rafał Kamiński, Robert Hummel

JAK ELEKTROWNIE JĄDROWE SĄ DZIŚ ZABEZPIECZANE?

*Współcześnie **coraz mniej osób obawia się elektrowni jądrowych.** Część nadal ma jednak wątpliwości. Czy są one słuszne?*

Katastrofa w Czarnobylu była dla ludzkości tragiczną, ale jednocześnie bardzo istotną lekcją. Po zbadaniu przyczyn eksplozji jeszcze bardziej klarowna stała się konieczność ścisłego przestrzegania procedur, dobrego przeszkolenia, ale także tworzenia systemów bezpieczeństwa „odpornych" na ludzkie błędy. Elektrownie, które stawiane są obecnie, zaliczane są do tak zwanej trzeciej generacji (reaktory w Czarnobylu należały do pierwszej oraz drugiej generacji), która kładzie na kwestie zabezpieczające wyjątkowo duży nacisk. Lata doświadczenia i pogłębiania wiedzy sprawiły, że obecnie szansa na awarię w elektrowni jądrowej wynosi zaledwie 1:400 000 000. To 3x mniej niż szansa na trafienie szóstki w losowaniu Lotto i aż 400x mniej niż szansa na katastrofę lotniczą. Współczes ne, wielopoziomowe systemy zabezpieczeń nie tylko na bieżąco monitorują wszelkie możliwe reakcje, ale zdolne są także do samodzielnego, natychmiastowego ich przerwania. Takich systemów zawsze instaluje się obecnie kilka, tak aby w przypadku awarii jednego – w zapasie było jeszcze przynajmniej parę kolejnych, całkowicie od siebie niezależnych. Liczne systemy podzielić można tak naprawdę na dwie główne grupy – aktywne oraz pasywne. Aktywne wymagają zasilania do prawidłowego działania. Pasywne zaś – są całkowicie niezależne od dopływu prądu i bazują na prawach fizyki takich jak grawitacja. Gdyby jednak do awarii doszło, a to z różnych powodów mimo wszystko bardzo sporadycznie się zdarza – współczesne elektrownie jądrowe konstruowane są w taki sposób, aby ich skutki nie wykraczały poza obszar najbliższych kilkuset metrów od miejsca zdarzenia. W najgorszym możliwym scenariuszu, w którym zawodzą systemy bezpieczeństwa i do czynienia mamy z całym szeregiem ludzkich błędów – narażony obszar to maksymalnie 800 najbliższych metrów. Tak naprawdę skutki niekontrolowanych reakcji nie powinny więc wykroczyć poza obszar kompleksu elektrowni jądrowej.

Obecnie trwa budowa kilkudziesięciu kolejnych elektrowni jądrowych

Fot. Alexlov/iStockphoto.com

Najsłynniejsza katastrofa jądrowa po 1986 roku, czyli katastrofa w Fukushimie, spowodowana była… warunkami naturalnymi. W wybrzeża Japonii uderzyła potężna fala tsunami, która uszkodziła konstrukcje (w szczególności system chłodzenia) i doprowadziła do skażenia wody morskiej, a sytuację dodatkowo pogorszyło chwilę później duże trzęsienie ziemi. Skutki ekonomiczne katastrofy były bardzo poważne, ale dzięki zastosowanym zabezpieczeniom oraz szybkiej reakcji władz zdrowie ludzi tak naprawdę nie ucierpiało. W wyniku awarii elektrowni nie zginęła ani jedna osoba, a Światowa Organizacja Zdrowia nie zaobserwowała żadnego znaczącego wzrostu zachorowań na nowotwory – szansa zachorowania na nowotwór wzrosła o zaledwie 1%. Co warte odnotowania – o ile awaria wywołana tsunami nie pochłonęła żadnych ofiar, to samo tsunami zabiło w Japonii aż 26 tysięcy osób. Prawdziwym zagrożeniem dla mieszkańców okazała się więc nie elektrownia jądrowa, ale natura…

Katastrofa w Fukushimie spowodowana została nie przez złą konstrukcję czy błąd ludzki… ale naturę

Fot. z zasobów IAEA Imagebank

WYPADKI JĄDROWE PO CZARNOBYLU

Od katastrofy w Czarnobylu, przez ostatnie 35 lat, odnotowano łącznie 16 wypadków związanych z elektrowniami jądrowymi. Doprowadziły łącznie do śmierci 15 osób, z czego najbardziej tragiczne okazały się incydenty w 1986 roku w amerykańskiej elektrowni w Surry oraz w 2004 roku w japońskiej elektrowni w mieście Mihama. W obu przypadkach zmarło po czterech członków załogi. Ostatni śmiertelny wypadek w elektrowni jądrowej miał miejsce w roku 2011 we Francji.

POLSKIE PLANY I CZY JESTEŚMY NA TO SKAZANI?

***Polska przymierza się do energii jądrowej** już od dobrych kilkudziesięciu lat. Wiele wskazuje na to, że wkrótce ambitne plany staną się rzeczywistością. Co o nich wiemy?*

Elektrownia jądrowa w Polsce już kiedyś niemal powstała. Na lokalizację wybrano okolice Żarnowca, a pierwsi robotnicy weszli na teren budowy w 1982 roku. Choć prace trwały kilka lat, ostatecznie zaniechano ich w 1989 roku. Zgodnie z początkowymi założeniami – elektrownia korzystać miała z reaktorów typu WWER, a jej łączna moc wynosić miała 1600 MW. Decyzję o przedwczesnym zakończeniu prac podjął rząd Tadeusza Mazowieckiego – w pół roku po pierwszych, demokratycznych wyborach. Gwoździem do trumny projektu okazało się referendum z roku 1990, w którym aż 86,1 procent mieszkańców regionu ówczesnego województwa gdańskiego opowiedziało się przeciwko elektrowni jądrowej.

Niedokończona elektrownia jądrowa w Żarnowcu. Możliwe, że ostatecznie kompleks jednak tam stanie

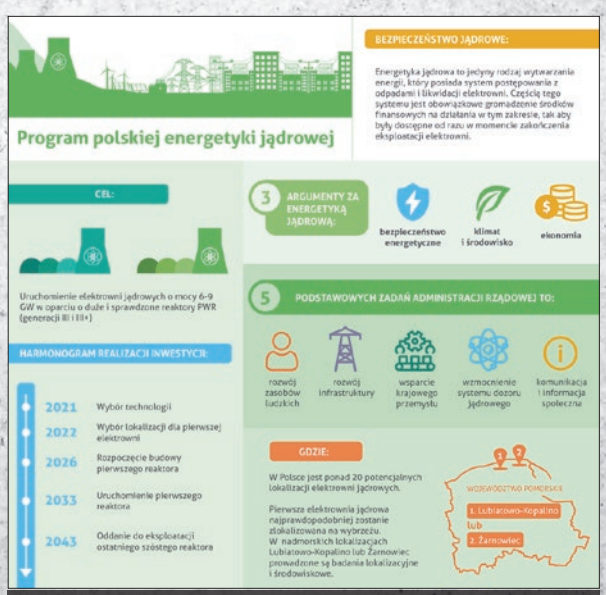
Fot. Mzywiał

Atom po polsku

Temat elektrowni jądrowej w Polsce wielokrotnie później wracał, ale konkretne działania podjęto dopiero w roku 2009, kiedy to rząd Donalda Tuska rozpoczął prace nad nowym Programem Polskiej Energetyki Jądrowej. Specjaliści ponownie jako najatrakcyjniejszą lokalizację pod inwestycję wskazali Żarnowiec. Według przyjętego wówczas harmonogramu, pierwsza polska elektrownia jądrowa miała zacząć funkcjonować do roku 2020. Jak widać – zmiana ekipy rządzącej realizacji tego planu nie wyszła na dobre, choć wcale nie oznacza to, że z elektrowni zrezygnowano. Temat regularnie przewija się w dyskusji publicznej, a zmieniony program „Polityka Energetyczna Polski 2040 r." zakłada, że pierwszy reaktor miałby ruszyć do roku 2033. Obecnie pod uwagę branych jest nawet 20 lokalizacji, ale wiodącymi są cztery miejsca w Polsce:

- Żarnowiec (woj. pomorskie)
- Lubiatowo-Kopalino (woj. pomorskie)
- Konin (woj. wielkopolskie)
- Bełchatów (woj. łódzkie)

Dwie pierwsze pozycje rozważane są jako tak zwane „lokacje startowe", w których rodzimy program energetyki jądrowej miałby stawiać pierwsze kroki. Łącznie w Polsce stanąć ma sześć reaktorów, najprawdopodobniej rozmieszczonych w różnych lokalizacjach zamiast kumulowania wszystkich w jednym miejscu. Choć nic nie jest jeszcze pewne, wiele wskazuje na to, że pierwsza polska elektrownia jądrowa jest jedynie kwestią czasu. Wynika to nie tylko z energetyczno-ekonomicznych zalet tego typu konstrukcji, ale także polityki klimatycznej Unii Europejskiej. Polska wie, że z funkcjonującymi od wielu lat elektrowniami i kopalniami węglowymi powoli trzeba się żegnać. Wszystkie, bez wyjątku, mają być powoli wygaszane i zamykane. Dla kopalni terminem granicznym jest rok 2049, w przypadku elektrowni zaś data publicznie nie jest jeszcze znana. Społeczne przyzwolenie dla budowy elektrowni jądrowych w Polsce (obecnie popiera je już ponad 60% obywateli) pozwala wierzyć, że tym razem projekt zostanie doprowadzony do końca bez dalszych opóźnień.



Program polskiej energetyki jądrowej – harmonogram rządowy

Elektrownie jądrowe wokół Polski

Nawet w sytuacji, w której na terenie Polski nie stoi jeszcze żadna elektrownia jądrowa, tak naprawdę jesteśmy nimi już od dawna otoczeni z każdej strony. Na świecie funkcjonuje obecnie blisko 450 reaktorów jądrowych (z czego 106 w samej Unii Europejskiej), a w najbliższej przyszłości liczba ta sięgnie 600 jednostek. Od 2010 trwają także prace nad elektrownią jądrową w obwodzie kaliningradzkim należącym do Rosji. Tak naprawdę, poza Polską jedynym krajem w naszym regionie bez elektrowni jądrowej jest Litwa. I to tylko dlatego, iż istniejący już, 40-letni kompleks zamknięto w 2009 roku ze względów bezpieczeństwa.

Elektrownie jądrowe wokół Polski

GENERACJE I TYPY REAKTORÓW JĄDROWYCH

Poniżej prezentujemy uproszczoną wersję podziału reaktorów ze względu na ich typ oraz generację, do której należą. ***Choć klasyfikacji wyszczególnić można przynajmniej kilka – ta daje najlepszy, ogólny pogląd na to, z czym mamy do czynienia***

1 GENERACJA

Do tej generacji zaliczamy pierwsze, eksperymentalne reaktory jądrowe. Choć wdrażano tam pewne normy bezpieczeństwa, z perspektywy czasu były one bardzo dalekie od norm współczesnych, a do tego ich konstrukcja uniemożliwiała ich „unowocześnienia". Ostatni tego typu reaktor wyłączono w 2015 roku.

2 GENERACJA

Do tej generacji zaliczany był reaktor z bloku numer 4 w Czarnobylu oraz uszkodzone reaktory w Fukushimie. Elektrownia zabezpieczona jest większą liczbą systemów, a ich „żywotność" wynosi od 40 do 80 lat. Ich konstrukcje można dodatkowo uzupełniać, systemy bezpieczeństwa zaś ulepszać. Tego typu reaktorów jest obecnie na świecie najwięcej.

Fot. Arturo Ramos

3 GENERACJA

Obecna generacja reaktorów jądrowych. Są jeszcze lepiej zabezpieczone niż ich poprzednicy, a sama elektrownia jest zaprojektowana tak, aby mogła działać bez szwanku nawet 120 lat, zapewniając przy tym wyraźnie wyższą efektywność. To właśnie w tej generacji zaczęto stosować podział na aktywne i pasywne systemy bezpieczeństwa. Na świecie istnieje ich póki co zaledwie kilkanaście sztuk.

Fot. z zasobów IAEA Imagebank

4 GENERACJA

Generacja, która ma niebawem wejść do użytku. Prace nadal trwają, ale to kwestia maksymalnie kilku lat – terminem granicznym jest rok 2030. Nowe reaktory mają być jeszcze bezpieczniejsze, wydajniejsze (nawet 300-krotnie!), tańsze w eksploatacji oraz bardziej ekologiczne.

TYPY REAKTORÓW

AGR/GCR
Reaktor chłodzony gazem

BWHR
Reaktor wrzący wykorzystujący ciężką wodę

BWR
Reaktor wodny wrzący

FBR
Reaktor prędkich neutronów

GLWR
Reaktor wodny z grafitowym moderatorem

HTR
Reaktor wysokich temperatur

HWLWR
Reaktor wodny wykorzystujący ciężką i zwykłą wodę

Magnox
Reaktor wykorzystujący koszulki paliwowe ze stopy magnezowej

MKER
Reaktor wrzący z grafitowym moderatorem

PWHR
Reaktor ciśnieniowy wykorzystujący wodę ciężką

PWR/WWER
Reaktor wodny ciśnieniowy

RMBK
Reaktor kanałowy dużej mocy

VHTR
Reaktor bardzo wysokich temperatur

Komputer Świat od 1998 roku

Adres redakcji: 02-672 Warszawa, ul. Domaniewska 49
internet: www.komputerswiat.pl, forum.komputerswiat.pl
e-mail: redakcja@komputerswiat.pl

Łukasz Gołąbiowski: autor tekstów

Rafał Kamiński: redaktor naczelny
Tomasz Paczuski: z-ca redaktora naczelnego, szef wydania drukowanego
Agnieszka Al-Jawahiri: z-ca redaktora naczelnego, szef wydań specjalnych

Jolanta Rososińska: korekta
Robert Dobrzyński: dyrektor artystyczny
Mariusz Rybak: redaktor graficzny

ringier axel springer

Wydawca: RINGIER AXEL SPRINGER POLSKA Sp. z o.o.
Członek Izby Wydawców Prasy i Związku Kontroli Dystrybucji Prasy
www.ringieraxelspringer.pl, asp@axelspringer.pl
Adres: 02-672 Warszawa, ul. Domaniewska 49
tel. 22 2320000, 22 2320001

Prezes Zarządu: Mark Dekan
Prezes Honorowy: Wiesław Podkański
Dyrektor Generalny: Marcin Biegluk
Dyrektor Finansowy: Krzysztof Stopa
Dyrektor Sprzedaży: Mariusz Wąsiński
Dyrektor Marketingu: Olga Korolec

media impact

Biuro reklamy: Media Impact
reklama.warszawa@mediaimpact.pl
tel. (12) 2600200 (BOK)

Business Project Manager: Paweł Bulwan
Dział personalny: Monika Remiszewska
Księgowość: Katarzyna Fita (dyrektor)
Kolportaż: Rafał Kamiński (dyrektor)
Produkcja: Mariusz Gajda
Druk: Walstead Kraków Sp. z o.o.

Prenumerata i egzemplarze archiwalne:
www.literia.pl

Sprzedaż internetowa: www.literia.pl
Prenumerata zagraniczna: www.literia.pl
E-wydania: ksplus.pl

Redakcja nie zwraca materiałów niezamówionych, zastrzega sobie prawo redagowania nadesłanych tekstów, nie odpowiada za treść zamieszczanych reklam i ogłoszeń

Zabroniona jest bezumowna sprzedaż czasopisma po cenie niższej od ceny detalicznej ustalonej przez wydawcę. Sprzedaż numerów aktualnych i archiwalnych po innej cenie jest nielegalna i grozi odpowiedzialnością karną.